

32

Circular
TécnicaCampinas, SP
Dezembro, 2015

Autor

Maurício Pinto Carvalho Conceição,
graduando em Geografia, PUC–Campinas,
bolsista CNPq (PIBIC) na Embrapa
Monitoramento por Satélite, Campinas, SP.

Gustavo Bayma Siqueira da Silva
Geógrafo, Mestre em Sensoriamento
Remoto, analista da Embrapa Monitoramento
por Satélite, Campinas, SP.

Sandra Furlan Nogueira
Engenheira Agrônoma, Doutora em Química
na Agricultura e no Ambiente, pesquisadora
da Embrapa Monitoramento por Satélite,
Campinas, SP.

Embrapa

Elaboração de perfis temporais de índices de vegetação a partir de imagens Landsat

Introdução

O objetivo deste documento é orientar o usuário na busca e aquisição de imagens Landsat em lote e de produtos derivados, para posterior elaboração de séries temporais de índices de vegetação (IV), como o *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI) e o *Enhanced Vegetation Index* (EVI). Este tutorial foi desenvolvido no âmbito do projeto “Geotecnologias aplicadas à dinâmica de gases de efeito estufa na agropecuária brasileira” (GeoPecus), que tem como objetivo estimar a participação dos sistemas de produção agropecuários na dinâmica de gases de efeito estufa para subsidiar políticas públicas e alternativas de mitigação da emissão desses gases (EMBRAPA MONITORAMENTO POR SATÉLITE, 2015).

O documento está organizado da seguinte forma:

1. Busca de imagens no site EarthExplorer, vinculado ao United States Geological Survey (USGS);
2. Obtenção de imagens no site Science Processing Architecture (ESPA), vinculado ao USGS;
3. Elaboração dos perfis temporais e escolha das amostras na área de interesse em ambiente QGIS; e
4. Elaboração dos gráficos dos perfis temporais em ambiente Excel.

Busca de imagens Landsat e de produtos derivados no site EarthExplorer

As imagens Landsat foram adquiridas no site EarthExplorer (USGS, 2015a) do USGS, instituição de Geologia e Sensoriamento Remoto subordinada ao governo federal dos Estados Unidos. O acesso às imagens é possível após o usuário fazer um cadastro, por meio do botão *Register*, localizado no canto superior direito da página (Figura 1). Nessa etapa, o site solicita informações pessoais para o cadastro, em *User Registration* (Figura 2), e, uma vez finalizado o registro, o usuário pode acessar o site em *Sign in* (Figura 3).

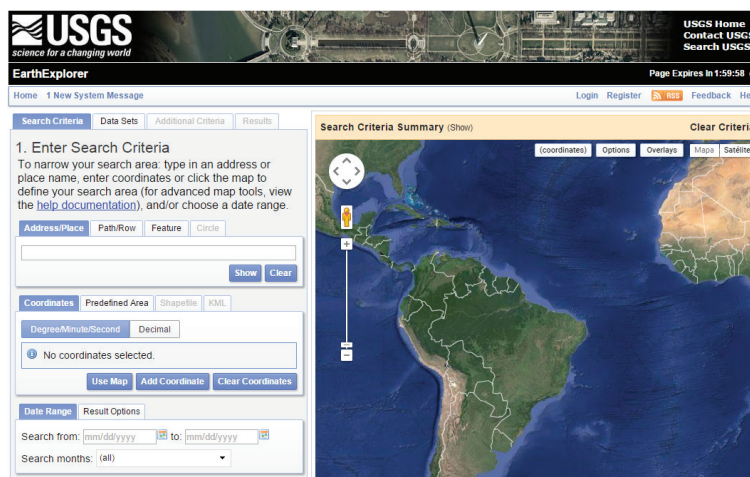


Figura 1. Interface principal do site EarthExplorer.

USGS
science for a changing world

USGS Home
Contact USGS
Search USGS

EROS Registration System (ERS)

[Cancel](#)

User Registration

User Credentials **Contact Demographic** **Contact Information** **Complete Registration**

Registration and login credentials are required to access all system features and download data from USGS EROS web services. To ensure privacy and security, ERS uses Hypertext Transfer Protocol with Secure Sockets Layer (HTTPS) to encrypt user authentication.

To register, please create a username and password. The information gathered from the registration process is not distributed to other organizations and is only used to determine trends in data usage. Review [USGS Privacy Policies](#).

The Cancel button can be used to exit the registration process at any time and information entered will be lost.

Username

New Password

Confirm New Password

Username Requirements

- Must be between 4 and 30 characters
- May contain alphabetic and numeric characters
- May only contain the following special characters
- period "."
- at sign "@"
- underscore "_"
- dash "-"

Password Requirements

Figura 2. Interface do registro do usuário no site EarthExplorer.

USGS
science for a changing world

USGS Home
Contact USGS
Search USGS

EROS Registration System (ERS)

ERS consolidates user profile and authentication for all EROS web services into a single independent application.

Sign In

sign in with your existing USGS registered username and password

Registered USGS Username

Registered USGS Password

[forgot password?](#)

Sign In

Don't have an account?

Create New Account

OMB number TBD
OMB expiration date TBD

Privacy and Paperwork Reduction Act statements: 16 U.S.C. 1a7 authorized collection of this information. This information will be used by the U.S. Geological Survey to better serve the public. Response to this request is voluntary. No action may be taken against you for refusing to supply the information requested. The time required to complete this information collection is estimated to average 5 minutes per response. We will not distribute responses associated with you as an individual. We ask you for some basic organizational and contact information to help us interpret the results and, if needed, to contact you for clarification. Comments on this collection should be sent to custserv@usgs.gov.

[Accessibility](#) [FOIA](#) [Privacy](#) [Policies and Notices](#) [Feedback](#) [Help](#)

Figura 3. Interface para acesso de usuários registrados (Login) no site EarthExplorer.

Na aba *Search Criteria*, o usuário determina o local e o período das imagens a serem obtidas. O local pode ser definido de três formas: 1) pelo nome da cidade (*Address/Place*); 2) pela órbita-ponto (*Path/Row*) e 3) pela coordenada geográfica (*Coordinates*) (Figura 4).

Cabe ressaltar que neste tutorial foi utilizada como exemplo uma área experimental de pecuária da Universidade de São de Paulo (USP), campus de Pirassununga, SP.

Figura 4. Interface da busca de imagens no site EarthExplorer: A, por nome (*Address/Place*); B, por órbita-ponto (*Path/Row*); e C, pelas coordenadas geográficas (*Coordinates*).

Após escolher o local de interesse, o passo seguinte é determinar o período de aquisição das imagens (Figura 5).

As datas devem ser inseridas na ordem mês/dia/ano.

Figura 5. Definição do período temporal das imagens a serem obtidas no site EarthExplorer.

Na aba seguinte, *Data Sets*, é escolhido o satélite/ produto de interesse. Expandindo a opção *Landsat Archive* é possível observar as opções de escolha dos satélites Landsat. Neste trabalho foram escolhidas imagens OLI/Landsat-8 (*Landsat Surface Reflectance* – L8 OLI/TIRS) com correção atmosférica (Figura 6).

Mais informações sobre os procedimentos de correção atmosférica nas imagens disponíveis podem ser obtidas em http://landsat.usgs.gov/CDR_LSR.php.

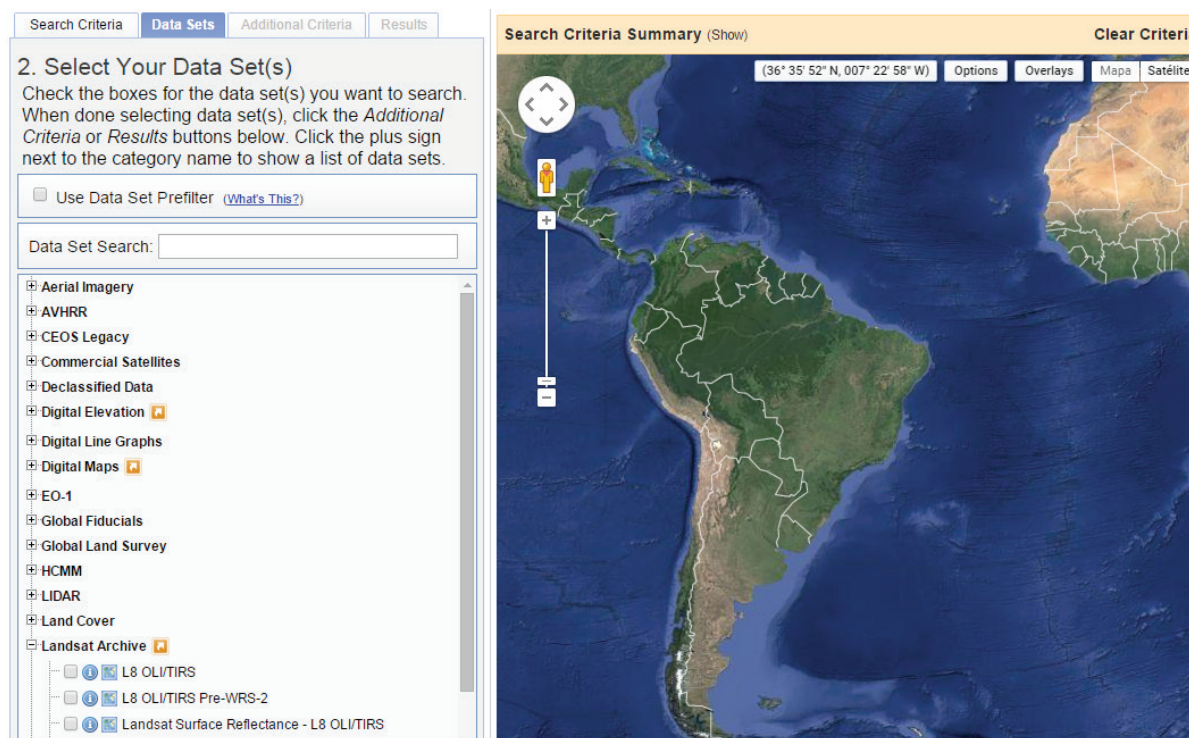


Figura 6. Interface da escolha de imagens/produtos no site EarthExplorer.

Na aba *Additional Criteria*, o usuário determina a busca no conjunto de dados (*data sets*) de interesse. Os principais critérios para buscas são cobertura de nuvens (*Cloud Cover*) e o nível de correção geométrica das imagens. Em *Cloud Cover*, é possível restringir os resultados em função do percentual de nuvens nas imagens. Por exemplo, o critério *Less than 10%* ignora imagens com mais de 10% de cobertura de nuvens. O nível de correção geométrica das imagens pode ser escolhido em *Data Level Type*. Mais detalhes sobre os níveis de correções geométricas disponíveis podem ser obtidos em http://landsat.usgs.gov/Landsat_Processing_Details.php. Após escolher a restrição do percentual de nuvens e o tipo de correção geométrica o usuário pode prosseguir, clicando em *Results* (Figura 7).

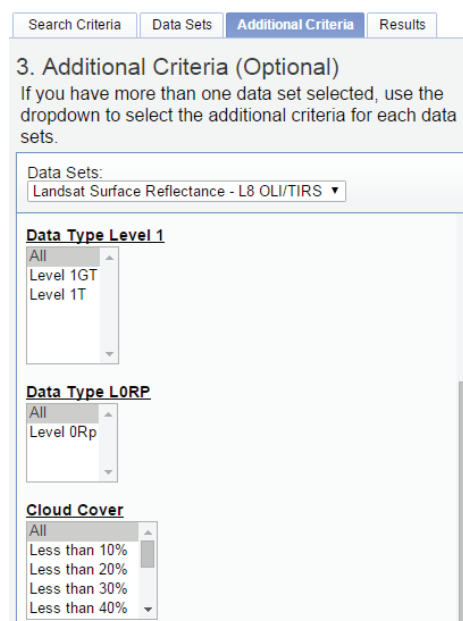


Figura 7. Interface de critérios adicionais para busca de imagens no site EarthExplorer.

A Figura 8 mostra a interface do site EarthExplorer com o resultado da busca por imagens. À esquerda estão listadas todas as imagens que atenderam os critérios adotados e à direita está a localização das imagens na superfície terrestre.

A descrição de cada imagem inclui a sua identidade – ID – (*Entity ID*), a data de aquisição (*Acquisition Date*) e a identificação da órbita do satélite (*Path/Row*).

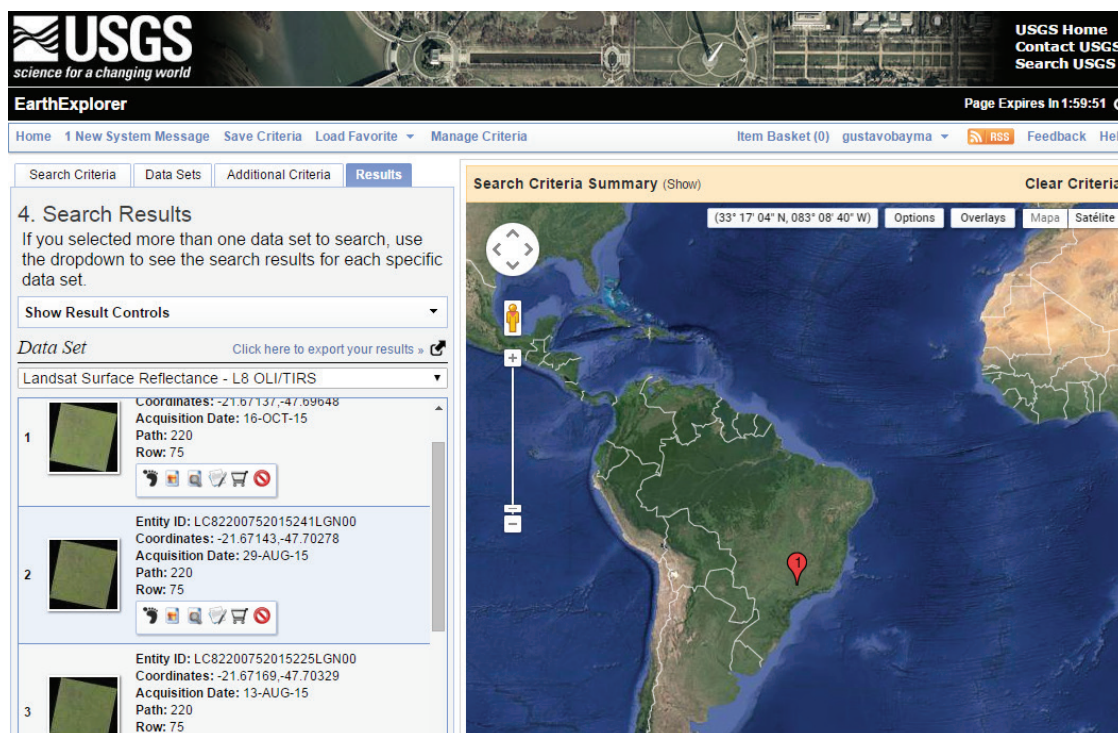


Figura 8. Interface dos resultados da busca de imagens no site EarthExplorer.

Foi necessário elaborar uma lista com as IDs das imagens, pois o site ESPA solicita como entrada essa informação para o processamento (Figura 9).

Para isso, basta copiar e colar a ID de todas as imagens na ferramenta Bloco de Notas do Windows, como é mostrado na Figura 10.

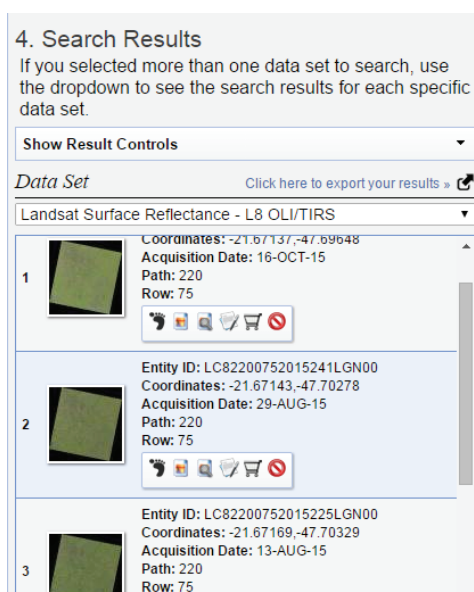


Figura 9. Identificação das IDs das imagens no site EarthExplorer.

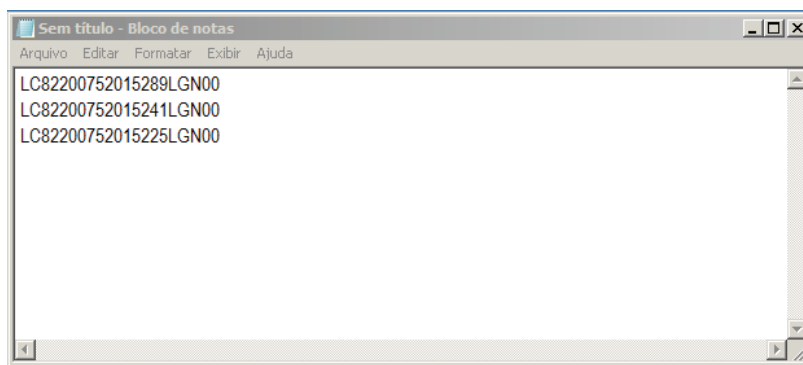


Figura 10. Elaboração da lista de IDs para processamento no site ESPA.

Obtenção de imagens no site Science Processing Architecture (ESPA)

A aquisição das imagens Landsat, com correção geométrica, atmosférica e seus produtos derivados, foi feita por meio do site ESPA (USGS, 2015b), também da USGS. Cabe ressaltar que esse site também permite que o usuário adquira imagens Modis, produtos MOD09 e MOD13. Para entrar no site ESPA é utilizado o mesmo *Login* previamente criado no EarthExplorer (Figura 11).

Após a permissão de *login*, a opção *Bulk Ordering* deve ser escolhida, seguida da opção *Order Data*. Esta última permite que o usuário faça o pedido do processamento de imagens Landsat em lote (Figura 12).

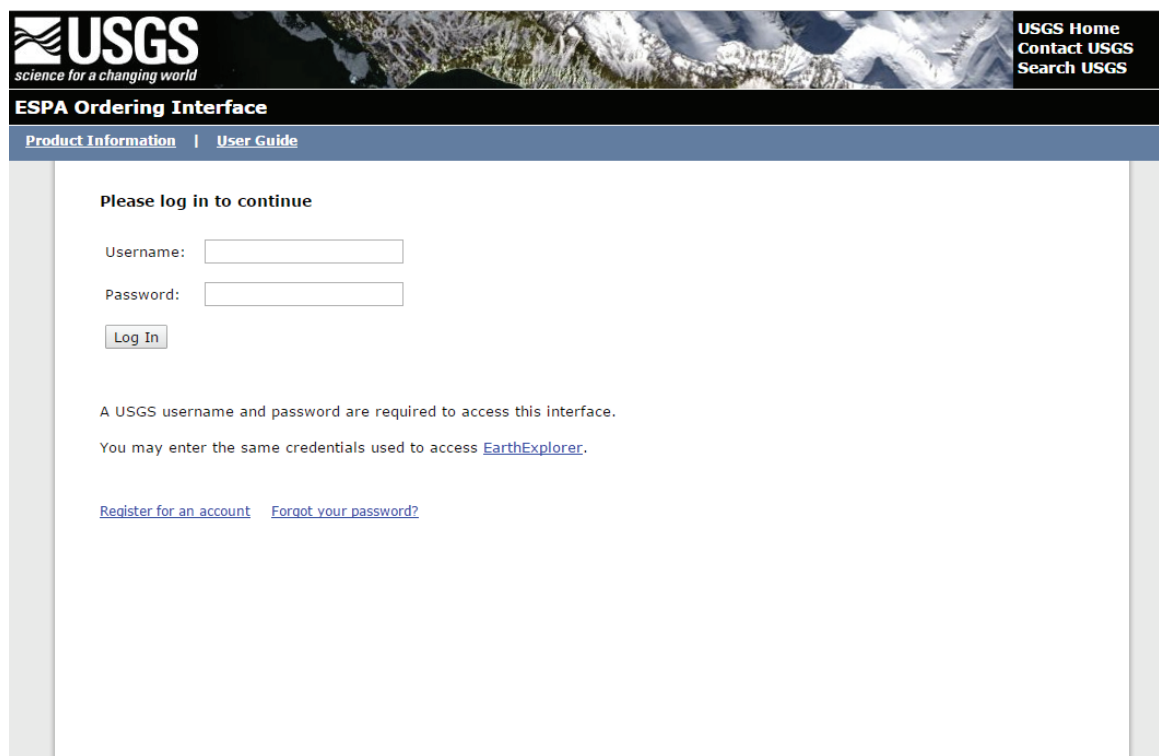


Figura 11. Interface de acesso do site ESPA.

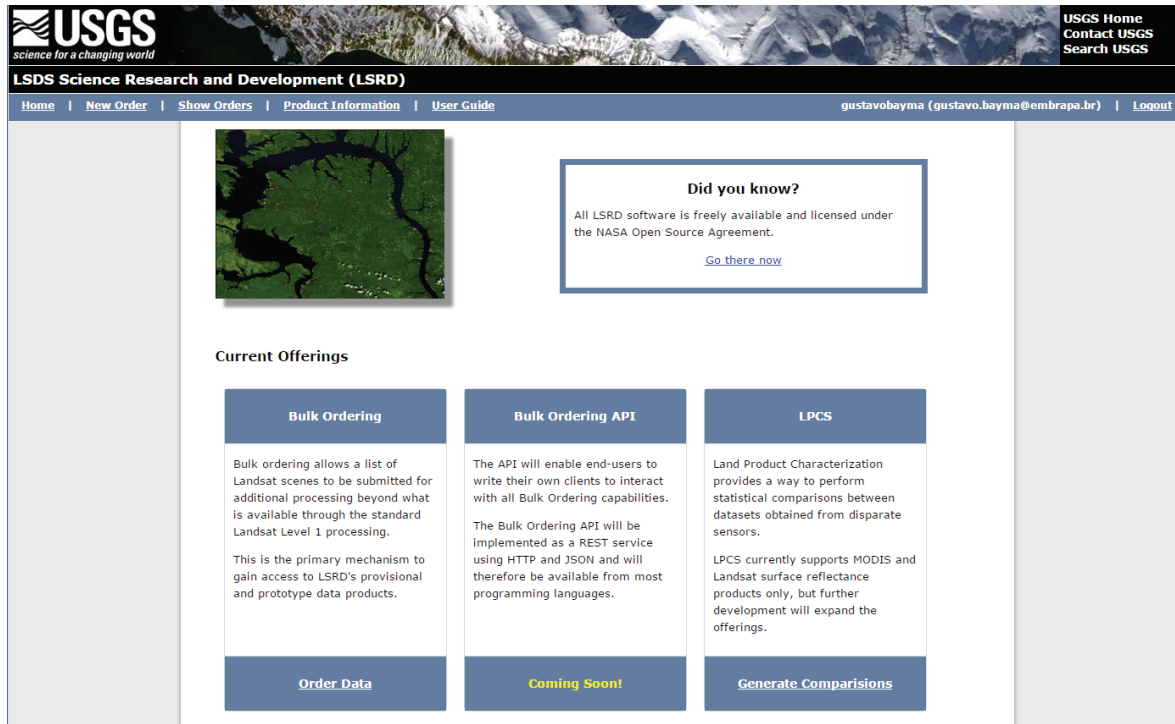


Figura 12. Interface da escolha do pedido de imagens e produtos no site ESPA.

Em *Scene List*, o usuário deve carregar o arquivo txt previamente salvo no Bloco de Notas. Caso o usuário queira obter as imagens em níveis de cinza, deve marcar a opção *Original Data Products* em *Source Products*. Em *Additional Processing (Landsat Only)*, o usuário pode escolher imagens com correção atmosférica no topo da atmosfera (*Top*

Atmosphere Reflectance), imagens corrigidas para reflectância da superfície (*Surface Reflectance*) e temperatura de superfície (*Brightness Temperature*).

Também em *Additional Processing (Landsat Only)* estão disponíveis alguns IVs entre os índices espectrais (*Spectral Indices*) (Figura 13).

Add Input Products ([Show Available Products](#))

Scene List
<input type="button" value="Escolher arquivo"/> Nenhum arquivo selecionado

Select Product Contents

Source Products
<input type="checkbox"/> Original Input Products
<input type="checkbox"/> Original Input Metadata
<input type="checkbox"/> Customized Input Products

Additional Processing (Landsat Only)

Climate Data Records
<input type="checkbox"/> Top of Atmosphere Reflectance
<input type="checkbox"/> Surface Reflectance
<input type="checkbox"/> Brightness Temperature

Spectral Indices
<input type="checkbox"/> Surface Reflectance NDVI
<input type="checkbox"/> Surface Reflectance EVI
<input type="checkbox"/> Surface Reflectance SAVI
<input type="checkbox"/> Surface Reflectance MSAVI
<input type="checkbox"/> Surface Reflectance NDMI
<input type="checkbox"/> Surface Reflectance NBR
<input type="checkbox"/> Surface Reflectance NBR2

Figura 13. Interface da escolha do pedido de imagens e produtos no site ESPA.

O site ESPA permite a reprojeção das imagens em *Reproject Products* e a modificação dos limites da imagem em *Modify Image Extents*.

Este último é de suma importância, pois diminui o tempo de processamento das imagens (Figura 14).

Customize Outputs

Figura 14. Interface para customização da projeção e extensão das imagens e produtos derivados no site ESPA

Após o usuário confirmar o pedido em *Submit*, aparece uma tela com a confirmação do pedido e o número de imagens solicitadas. O processamento das imagens é confirmado por um e-mail da ESPA enviado para o endereço cadastrado no *Login*.

Quando o pedido é finalizado, um link é disponibilizado para acessar o status do processamento das imagens (Figura 15).

espa@usgs.gov

para mim ▾

mauricio.mpcc@gmail.com-10082015-085117 is now complete and can be downloaded from <http://espa.cr.usgs.gov/ordering/status/>

This order will remain available for 10 days. Any data not downloaded will need to be reordered after this time.

Please contact Customer Services at [1-800-252-4547](tel:1-800-252-4547) or email custserv@usgs.gov with any questions.

Requested products

LT52210712011205CUB00
LT52210712011237CUB00
LT52210712011253COA00
LT52210712011221COA01
LT52210712011301CUB00

Figura 15. Interface do e-mail de confirmação do pedido de imagens e produtos no site ESPA.

Por meio desse link é possível visualizar os produtos solicitados e o fazer o download de cada um individualmente (Figura 16).

Finalizado o processo, o usuário deve extrair os arquivos para a pasta de interesse utilizando software como o WinRar ou 7-Zip.

Requested: 5

Completed: 5

Open: 0

Waiting on data: 0

Order:

02152016-060257

Date Ordered:

2016-02-15 06:02:57

Status:

Complete

Date Completed:

2016-02-15 06:21:08

Requested Processing:

ndvi, Output Format is geotiff

Product	Status	Product URL	Chksum URL	Note
LT52210712011205CUB00	Complete	Download	Checksum	
LT52210712011253COA00	Complete	Download	Checksum	
LT52210712011301CUB00	Complete	Download	Checksum	
LT52210712011221COA01	Complete	Download	Checksum	
LT52210712011237CUB00	Complete	Download	Checksum	

Figura 16. Interface para download das imagens e produtos no site ESPA.

Agora todas as bandas da imagem estarão disponíveis em formato TIFF e um arquivo XML contendo os metadados.

Neste trabalho foram selecionadas as imagens de reflectância da superfície e os IVs EVI e NDVI (Figura 17).















	LC82250742013270LGN00	09/12/2015 11:20	Documento XML	11 KB
	LC82250742013270LGN00_cfmask	09/12/2015 11:20	Imagem TIFF	59.032 KB
	LC82250742013270LGN00_cfmask_conf	09/12/2015 11:20	Imagem TIFF	59.032 KB
	LC82250742013270LGN00_sr_band1	09/12/2015 11:20	Imagem TIFF	118.001 KB
	LC82250742013270LGN00_sr_band2	09/12/2015 11:20	Imagem TIFF	118.001 KB
	LC82250742013270LGN00_sr_band3	09/12/2015 11:20	Imagem TIFF	118.001 KB
	LC82250742013270LGN00_sr_band4	09/12/2015 11:20	Imagem TIFF	118.001 KB
	LC82250742013270LGN00_sr_band5	09/12/2015 11:20	Imagem TIFF	118.001 KB
	LC82250742013270LGN00_sr_band6	09/12/2015 11:20	Imagem TIFF	118.001 KB
	LC82250742013270LGN00_sr_band7	09/12/2015 11:20	Imagem TIFF	118.001 KB
	LC82250742013270LGN00_sr_cloud	09/12/2015 11:20	Imagem TIFF	59.032 KB
	LC82250742013270LGN00_sr_evi	09/12/2015 11:20	Imagem TIFF	118.001 KB
	LC82250742013270LGN00_sr_ndvi	09/12/2015 11:20	Imagem TIFF	118.001 KB
	LC82250742013270-SC20151209072051.tar	09/12/2015 11:20	Arquivo TAR	1.239.130 KB

Figura 17. Arquivos de imagens e produtos obtidos no site ESPA.

Perfis temporais em ambiente QGIS

A elaboração dos perfis temporais consiste em três etapas: a) empilhamento (*layer stack*) das imagens de interesse do usuário (NDVI, no caso deste trabalho); b) geração de amostras aleatórias na área de interesse; c) extração dos valores de NDVI das amostras geradas. Para a elaboração dos perfis temporais das bandas de NDVI foi utilizado o software Quantum GIS (QGIS, 2015), escolhido por ter licença gratuita.

No QGIS devem ser importados os arquivos de imagem (*raster*) correspondentes às bandas NDVI da área de estudo (Figura 18). Após a conclusão desse processo, os arquivos ficam disponíveis em “Camadas” (Figura 19).

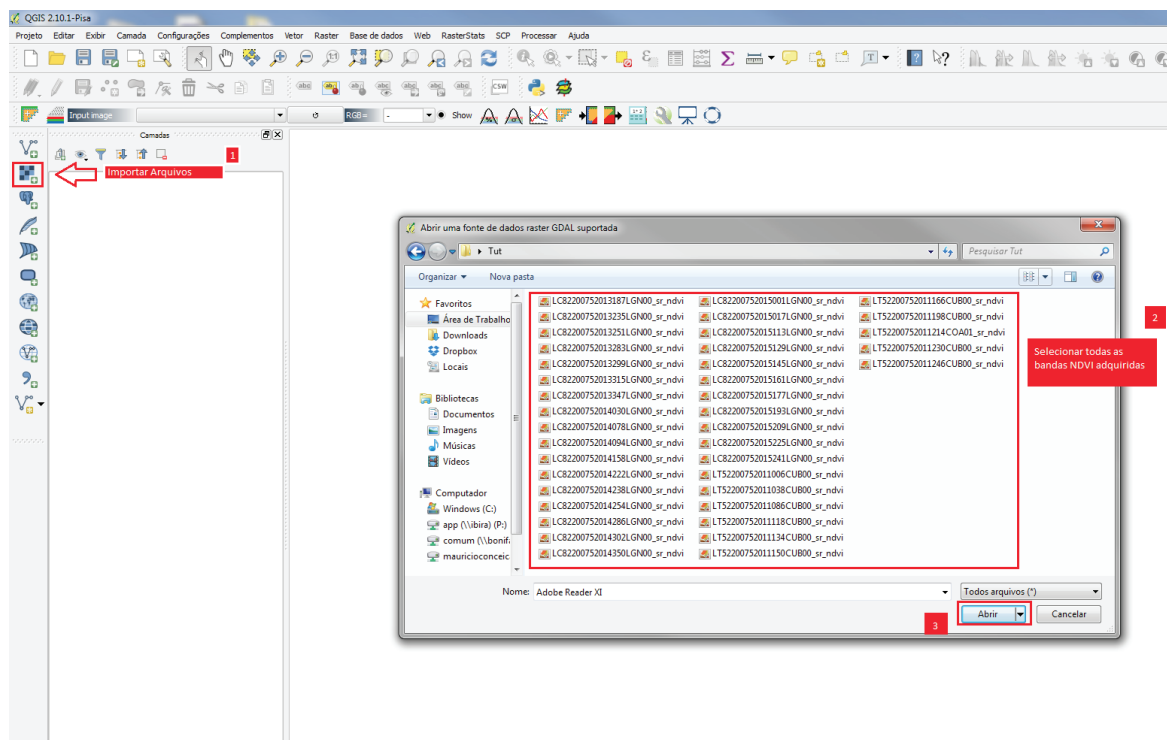


Figura 18. Interface para abrir imagens de NDVI em ambiente QGIS.

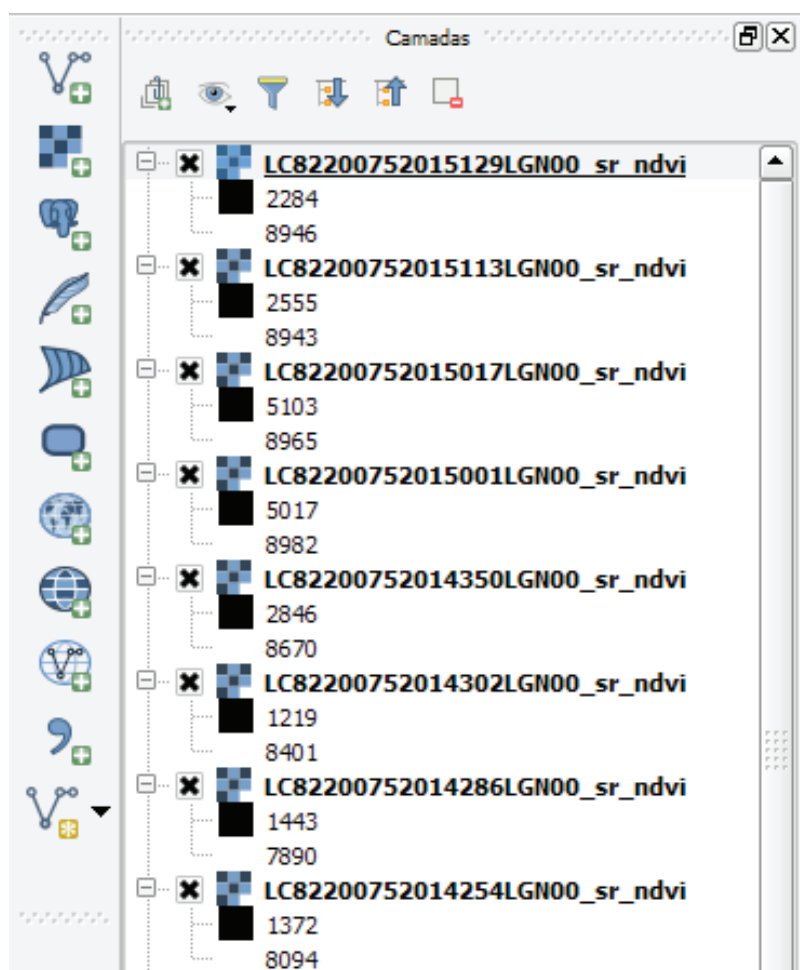


Figura 19. Interface com a lista de imagens de NDVI em ambiente QGIS.

O procedimento para o empilhamento (*layer stack*) das imagens NDVI de interesse ocorre por meio dos comandos: *Raster* > *Miscelânea* > *Construir raster virtual* (Figura 20).

Na ferramenta, o usuário deve escolher a opção “Usar camadas *raster* visíveis para entrada”, uma vez que os arquivos foram carregados previamente.

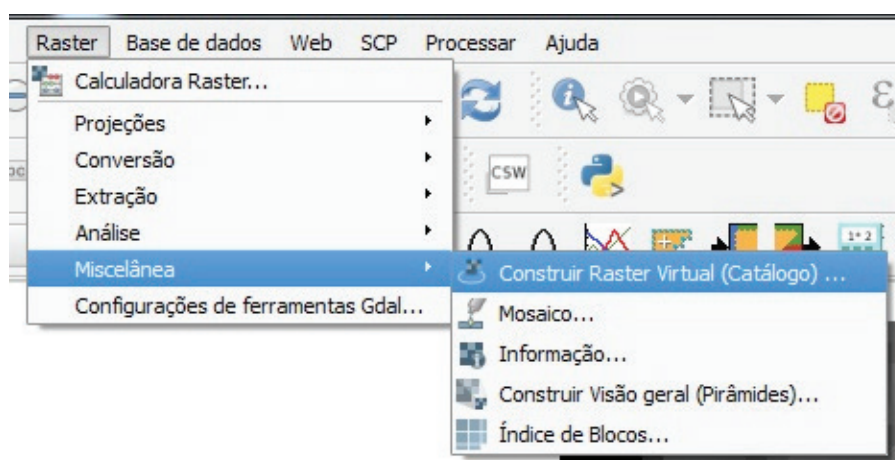


Figura 20. Caminho para a ferramenta “Construir *raster* virtual” em ambiente QGIS.

Caso opte por não carregar as imagens de interesse no início do procedimento, deve ser usada a opção “Arquivos de entrada” e selecionada a pasta que contém as imagens.

Na opção “Arquivo de saída”, o usuário escolhe a pasta com o destino e o nome do arquivo final, e a opção “Carregar tela ao concluir” possibilita que o arquivo processado seja carregado na tela ao ser finalizado (Figura 21).

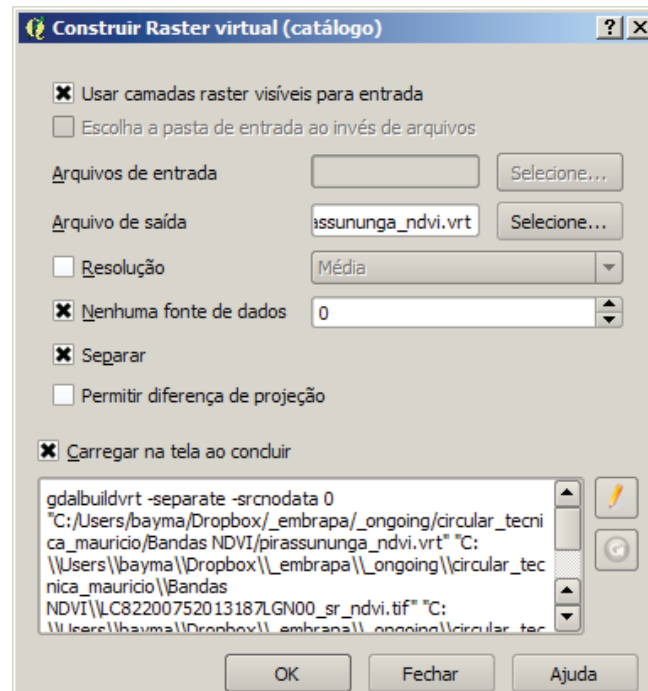


Figura 21. Interface da ferramenta “Construir raster virtual” em ambiente QGIS.

A segunda etapa consiste na geração de amostras aleatórias na área de interesse do usuário para posterior extração dos valores de NDVI. Neste trabalho foram consideradas três áreas: piquetes do sistema de manejo intensivo de gado, piquetes do sistema de manejo extensivo – ambos da fazenda experimental da USP em Pirassununga – e uma área de Cerrado natural nas proximidades da fazenda.

Cabe ressaltar que, para criar os pontos amostrais aleatórios, cada área de interesse deve estar separada em um arquivo *shapefile* diferente. A Figura 22 mostra o croqui da área de estudo em Pirassununga. Para o sistema intensivo existem seis piquetes, para o sistema extensivo, três piquetes, e apenas uma área corresponde à vegetação natural.



Figura 22. Croqui dos piquetes e da área de vegetação natural localizados na área experimental de Pirassununga.

Como o objetivo da pesquisa foi avaliar cada piquete de cada tipo de sistema de manejo e a vegetação natural, foram criados pontos amostrais para cada piquete separadamente. Os pontos aleatórios foram criados por meio dos comandos: Processar > Caixa de Ferramenta. Após clicar em “Caixa de Ferramenta”, o campo “Caixa de ferramentas de processamento” é exibido e o usuário pode procurar a ferramenta de interesse no campo de busca.

Neste exemplo foi utilizada a busca por *points*. O resultado aponta para a ferramenta *Random points inside polygons* (Figura 23). Caso a ferramenta não esteja habilitada, o usuário deve habilitar por meio dos comandos: Complementos > Gerenciar e Instalar Complementos > *Processing*.

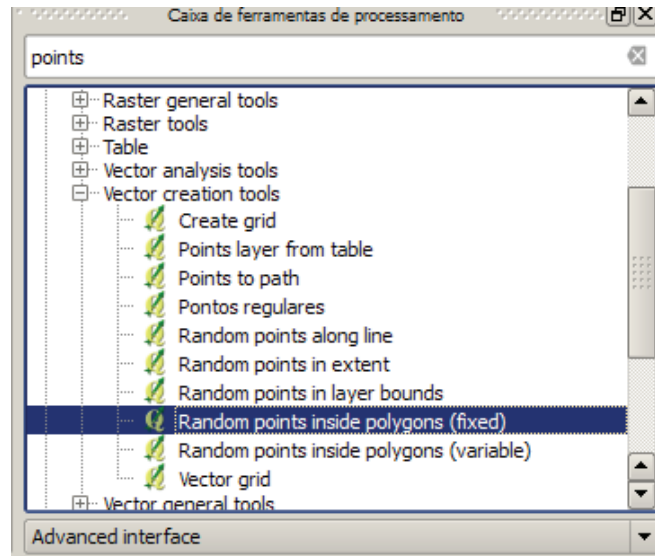


Figura 23. Interface da “Caixa de ferramentas de processamento” para busca da ferramenta *Random points inside polygons* em ambiente QGIS.

Em “Camada de Entrada”, deve ser escolhida a área de interesse. O número de pontos é determinado no campo “número ou densidade de pontos”. Em “distância mínima”, o usuário determina a distância

dos pontos entre si, um parâmetro importante, pois evita que dois pontos amostrais caiam no mesmo *pixel* (Figura 24).

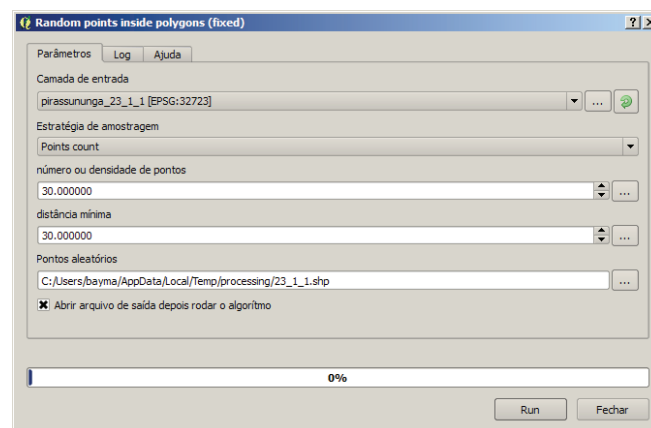


Figura 24. Interface da ferramenta *Random points inside polygons* para geração dos pontos amostrais.

Caso o usuário tenha uma imagem de alta resolução espacial, convém fazer a análise dos pontos gerados. Essa análise permite retirar pontos que porventura tenham sido gerados em áreas de solo exposto (como curvas de nível) e áreas com árvores ou sombras (cercas, por exemplo). Cabe ressaltar também o efeito de borda dos piquetes. O usuário também pode elaborar um *buffer* interno dos piquetes, para evitar que algumas amostras caiam sobre estradas de terra que possam circundar a área de análise. A última parte da elaboração dos perfis

temporais consiste na extração dos valores de NDVI relacionados aos pontos amostrais. A extração dos valores das imagens de NDVI dos pontos amostrais ocorre por meio da ferramenta *Point sampling tool*. Para acessá-la basta selecionar: Complementos > *Analyses* > *Point sampling tool* (Figura 25). Caso a ferramenta não esteja habilitada, o usuário deve instalá-la por meio dos comandos: Complementos > Gerenciar e instalar complementos > *Point sampling tool*.

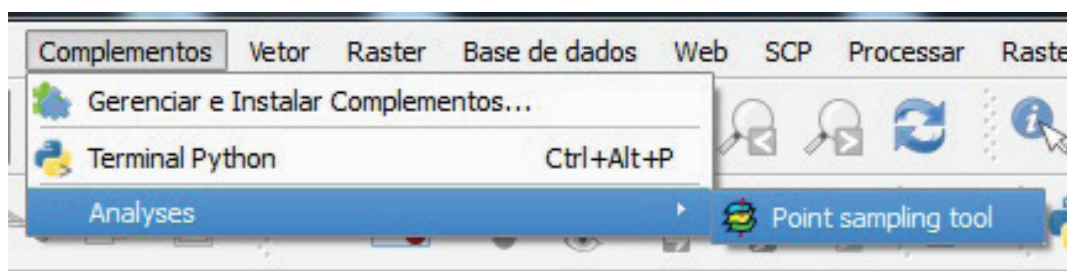


Figura 25. Interface do caminho para acessar a ferramenta *Point sampling tool* em ambiente QGIS.

A ferramenta solicita que o usuário indique o arquivo *shapefile* dos pontos amostrais em *Layer containing sampling points*, o arquivo de imagens NDVI empilhadas (*layer stack*) em *Layers with*

fields/ bands to get values from e o destino do arquivo final no formato csv em *Output point vector layer* (Figura 26).

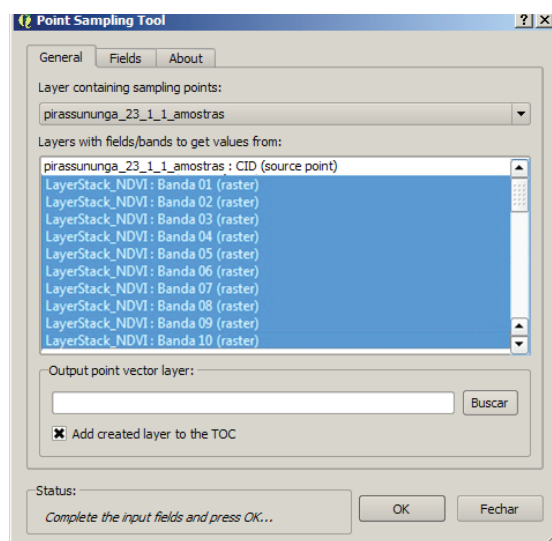


Figura 26. Interface da ferramenta *Point sampling tool*.

A visualização dos valores de NDVI de cada ponto amostral ocorre por meio da consulta da tabela de atributos. Clicando com o botão direito no

arquivo *shapefile* gerado (no caso deste trabalho "pirassununga_23_1_1_amostras_NDVI"), o usuário deve selecionar a opção "Abrir tabela de atributos" (Figura 27).

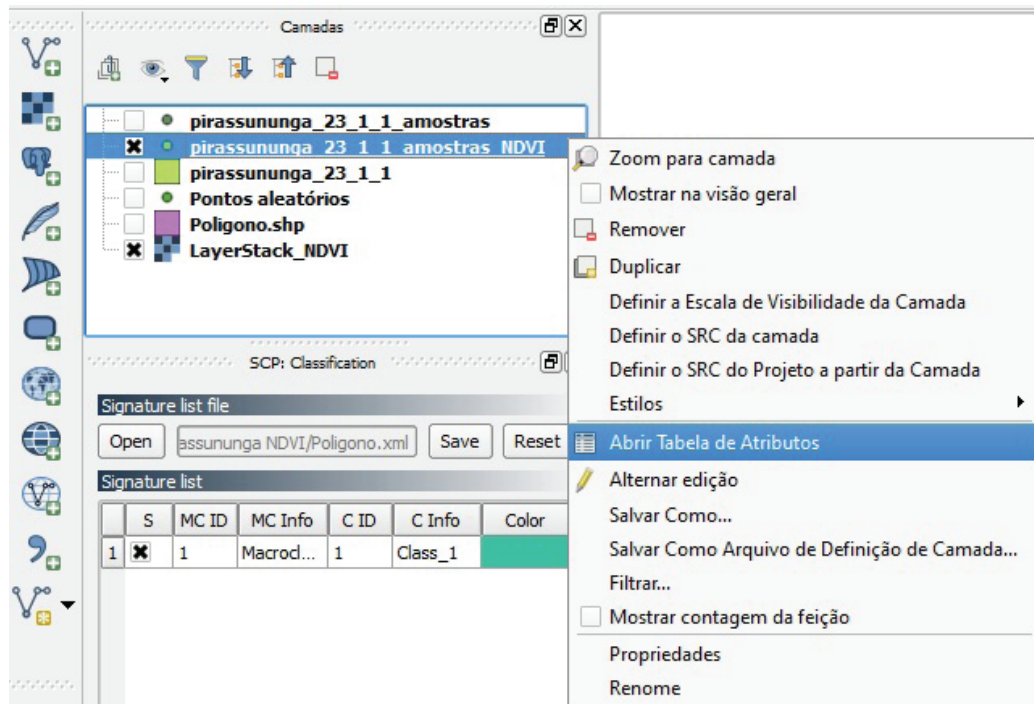


Figura 27. Interface do caminho para consulta da tabela de atributos em ambiente QGIS.

Gráficos dos perfis temporais

Foi utilizado o programa Microsoft Excel para elaborar os gráficos dos perfis temporais, por sua facilidade para trabalhar tabelas e gráficos.

Para isso, o usuário deve copiar os valores de NDVI da tabela de atributos dos pontos amostrais (Figura 28).

Tabela de atributo - points :: Total de Feições: 11, filtrado: 11, selecionado: 0

	LayerSta_1	LayerSta_2	LayerSta_3	LayerSta_4	LayerSta_5	LayerSta_6	LayerSta_7	LayerSta_8	LayerSta_9
0	5550.00000	6410.00000	658.00000	7959.00000	7811.00000	4961.00000	5762.00000	6197.00000	7079.00000
1	5800.00000	7231.00000	593.00000	8299.00000	7908.00000	4241.00000	6931.00000	7770.00000	8426.00000
2	6043.00000	7371.00000	610.00000	8094.00000	7751.00000	4612.00000	7217.00000	7863.00000	8395.00000
3	6041.00000	7047.00000	636.00000	8266.00000	7825.00000	4752.00000	6526.00000	7529.00000	8148.00000
4	5854.00000	7314.00000	610.00000	8094.00000	7719.00000	4668.00000	7058.00000	7724.00000	8190.00000
5	5369.00000	6749.00000	641.00000	8149.00000	7934.00000	4648.00000	6128.00000	6873.00000	7657.00000
6	6345.00000	7371.00000	658.00000	8131.00000	7641.00000	4072.00000	7027.00000	7796.00000	8310.00000
7	6042.00000	7172.00000	649.00000	8113.00000	7673.00000	4863.00000	6926.00000	7801.00000	8306.00000
8	5854.00000	7202.00000	658.00000	7959.00000	7656.00000	4331.00000	6818.00000	7546.00000	7987.00000
9	6147.00000	7202.00000	610.00000	8094.00000	7480.00000	3864.00000	7207.00000	7799.00000	8351.00000
10	5027.00000	5986.00000	683.00000	7918.00000	7673.00000	4733.00000	4839.00000	5328.00000	6465.00000

Mostrar todas as feições

Figura 28. Tabela de atributos com valores do NDVI (multiplicados por 10.000) dos pontos amostrais em ambiente QGIS.

Em ambiente QGIS, o usuário deve visualizar a tabela de atributos, selecionar a opção “Inverter seleção” (Ctrl + R), copiar os valores (Ctrl + C) e colar (Ctrl + V) na planilha Excel (Figura 29).

Cabe ressaltar que os dados disponibilizados têm seus valores multiplicados por 10.000.

<

Figura 29. Tabela de atributos com valores do NDVI (multiplicados por 10.000) dos pontos amostrais em ambiente Excel.

Para elaborar o perfil temporal, o usuário pode optar por visualizar cada amostra separadamente ou atribuir uma linha com o valor médio da amostra. Neste trabalho foi elaborada a visualização dos valores máximos e mínimos em conjunto com os valores médios de cada data. Após o cálculo desses três valores para cada data foram selecionadas as células com os valores, e o gráfico foi elaborado por meio dos comandos: Inserir > Dispersão > Dispersão somente com marcadores (Figura 30).

Para que o intervalo dos valores de NDVI fique entre -1 e 1, os valores das tabelas devem ser divididos por 10.000. Cabe ressaltar também que as datas de cada imagem devem ser inseridas manualmente no cabeçalho das colunas com os valores de NDVI. A Figura 31 mostra o gráfico final.

B12											f_x			max		
	A	B	C	D	E		I	J	K							
1	wkt_geom	id	17_04_2013	19_05_2013	06_07_2013		013_26_10_2013	11_11_2013	13_12_2013							
2	Point (244326.175	0	5695	7759	7849		7308	8070	6393	7457						
3	Point (244212.934	1	4341	3557	3536		6889	5276	5170	6017						
4	Point (243949.741	2	3951	3087	3560		502	4998	6005	7286						
5	Point (243714.582	3	4263	3123	3293		211	5672	5840	7091						
6	Point (244128.044	4	6985	7539	7607		246	7765	6688	7458						
7	Point (243789.506	5	4495	2968	3001		113	4454	4616	5955						
8	Point (244543.089	6	6252	7393	7793		980	7845	6576	7484						
9	Point (243912.332	7	4254	3034	3271		3031	1629	3269	4787	4703	5785				
10	Point (243830.294	8	3766	2851	3231		3175	812	3851	5343	5210	6047				
11	Point (244017.409	9	4552	3325	3312		3078	2327	3159	4805	5414	6215				
12		max	6985	7759	7849		7409	3387	7308	8070	6688	7484				
13		média	4855.4	4463.6	4645.3		4402.6	1424.3	4532.8	5901.5	5661.5	6679.5				
14		mín	3766	2851	3001		3031	812	3113	4454	4616	5785				

Figura 30. Tabela de atributos com valores do NDVI (multiplicados por 10.000) dos pontos amostrais em ambiente Excel.

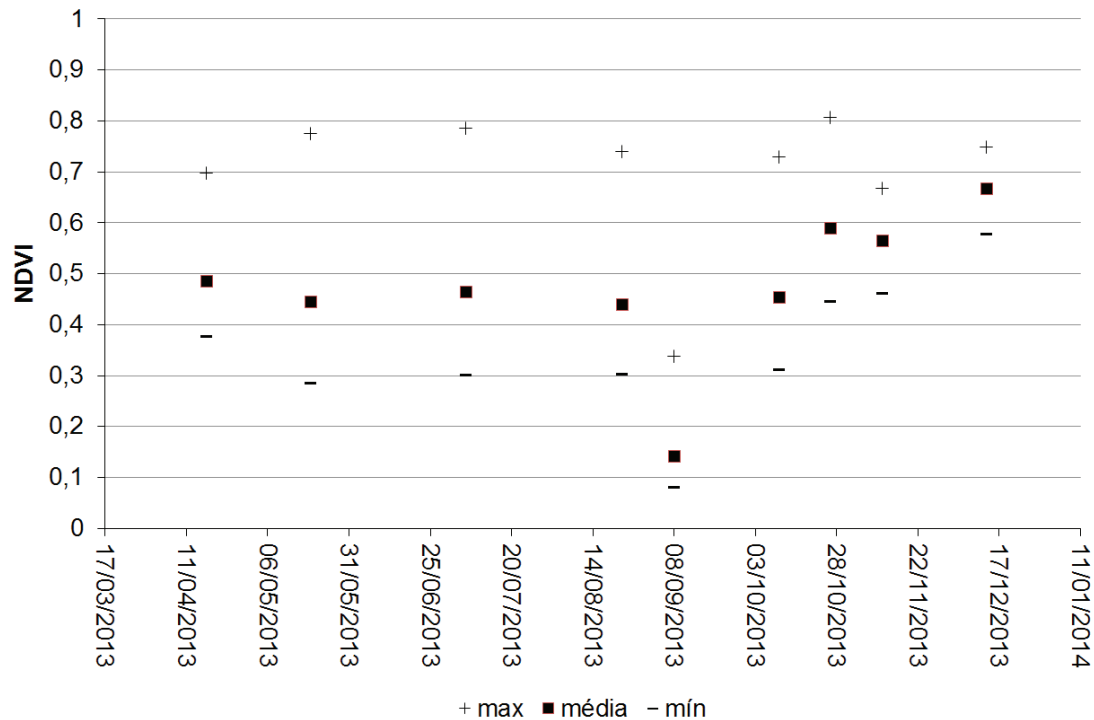


Figura 31. Gráfico com a dispersão dos valores de NDVI de um piquete de sistema intensivo (piquete nº 23.1.1) da área experimental em Pirassununga, SP.

Conclusões

Neste tutorial foi apresentada uma forma de obtenção e organização de imagens Landsat, gratuitas, para elaboração de perfis temporais de índices de vegetação usando o software livre QGIS. Esses perfis podem ser utilizados em trabalhos que visam, entre outros, o monitoramento do comportamento fenológico de uma cultura agrícola e de sistemas de produção pecuária.

Agradecimentos

À equipe do projeto GeoPecus, pela cessão das informações da fazenda experimental da USP em Pirassununga, SP, e ao pesquisador Carlos Fernando Quartaroli, pela organização do banco de dados.

Referências

EMBRAPA MONITORAMENTO POR SATÉLITE. **Projeto GeoPecus**. Disponível em: <<http://www.cnpm.embrapa.br/projetos/geopecus/index.html>>. Acesso em: 09 dez. 2015.

QGIS. QuantumGIS. **QGIS**: a free and open source geographic information system. Disponível em: <<http://www.qgis.org/en/site/>>. Acesso em: 08 ago. 2015.

USGS. United States Geological Survey. **EarthExplorer**. Disponível em: <<http://earthexplorer.usgs.gov/>>. Acesso em: 26 set. 2015a.

USGS. United States Geological Survey. **Science Processing Architecture (ESPA)**. Disponível em: <<http://www.espa.cr.usgs.gov/>>. Acesso em: 25 ago. 2015b.

Circular Técnica, 32

Exemplares desta edição podem ser adquiridos na:
Embrapa Monitoramento por Satélite
Endereço: Av. Soldado Passarinho, 303 - Fazenda Chapadão, CEP 13070-115 Campinas, SP
Fone: (19) 3211-6200
Fax: (19) 3211-6222
E-mail: cnpm.sac@embrapa.br

1ª edição
Versão eletrônica (2015)



Comitê de publicações

Presidente: Sérgio Gomes Tôsto
Secretária-Executiva: Bibiana Teixeira de Almeida
Membros: André Luiz dos Santos Furtado, Carlos Fernando Quartaroli, Fábio Enrique Torresan, Gustavo Bayma Siqueira da Silva, Shirley Soares da Silva e Vera Viana dos Santos Brandão

Expediente

Supervisão editorial: Sérgio Gomes Tôsto
Revisão de texto: Bibiana Teixeira de Almeida
Normalização bibliográfica: Vera Viana dos Santos Brandão
Editoração eletrônica: Daniela Maciel Pinto